Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 17, No.2, 2025, p. 179-192

Investigating the Impact of Alternating Low-Energy and Protein Diets on Growth Performance, Blood Metabolites, and Small Intestine Morphology in Broiler Chickens

Elahe Soveyzi[1]**, Ahmad Hassanabadi**[1*]

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
*Corresponding Author's Email: hassanabadi@um.ac.ir

Received: 29-05-2024 Revised: 13-10-2024 Accepted: 06-11-2024 Available Online: 06-11-2024	**How to cite this article:** Soveyzi, E., & Hassanabadi, A. (2024). Investigating the impact of alternating low-energy and protein diets on growth performance, blood metabolites, and small intestine morphology in broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *17*(2), 179-192. (in Persian with English abstract) http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.88294.1199

Introduction: The poultry industry is a crucial source of protein for human consumption, but nitrogen disposal, a major cause of environmental pollution, has been a significant concern in recent decades (Fasina *et al*., 2010). Various solutions have been proposed to mitigate environmental pollution from poultry manure, with one of the most practical being the use of diets with lower protein levels. It has been demonstrated that low-energy and protein diets can save costs and reduce nitrogen excretion (Gholami *et al*., 2015). Phase, intermittent, and selective feeding are among the feeding methods, each offering distinct benefits. These rations not only reduce feed costs but also decrease nitrogen excretion into the environment and minimize metabolic disorders such as ascites. They are particularly recommended for maintaining birds under heat stress conditions (Pope *et al*., 2004). Recent studies have shown that sequential feeding effectively reduces chick mortality. Intermittent feed restriction in young broilers modifies hormonal status and contributes to a metabolic state that can enhance immune capacity (Sauvant *et al*., 2002). This study aims to investigate the effect of alternating low-energy and protein diets with standard diets in broilers, focusing on growth performance, blood metabolites, and small intestine morphology.

Materials and Methods: A total of 360 one-day-old Ross 308 male broilers were divided into six treatment groups, with five replicates per group and 12 birds per replicate. The treatments were as follow: 1) Control Diet: Formulated according to Ross 308 nutrient recommendations and fed throughout the experiment. 2) 5% Reduced Crude Protein (CP) Diet: Fed from day one to the end of the experiment. 3)7.5 % Reduced CP Diet: Fed from day one to the end of the experiment. 4) 10% Reduced CP Diet: Fed from day one to the end of the experiment. 5) .Alternating Diets 1 and 3: Switched every other day. 6) Alternating Diets 1 and 4: Switched every other day. Chickens had ad libitum access to water and feed. They were provided with 23 hours of light and 1 hour of darkness daily. The initial room temperature was set at 32°C and was gradually reduced by 0.5°C per day until it reached 21°C by day 21, after which it remained constant. The amount of feed consumed in periods (1-10, 11-24, 1-24 days) was measured in each replicate pen. At the age of 24 days, one bird from each pen was slaughtered and dissected to determine the length of the duodenum, jejunum, and ileum. Subsequently, an intestinal section was separated from the jejunum midpoint and histology was performed on it. At the age of 24 days, one bird from each experimental unit was randomly selected and blood was collected from the wing vein. The resulting blood was transferred to test tubes. The samples were kept at room temperature for 30 minutes, then centrifuged at 3000 rpm for 15 minutes, and the serum was separated from the blood. Serum samples were

http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.88294.1199

poured into microtubes and kept at -20°C until analysis by an auto analyzer (Bio Systems S.A. – Costa Brava 30,08030 Barcelona, Spain). Serum contents were measured in terms of cholesterol, triglyceride, LDL-C, HDL-C, and blood uric acid by auto analyzer. The data obtained from this experiment were analyzed using SAS statistical software and the General Linear Models (GLM) procedure, and the treatment means were compared using Duncan's new multiple range test at $p < 0.05$.

Results and Discussion: The results showed no significant differences between treatments in feed conversion ratio and daily feed intake ($P > 0.05$). Weight gain from days 1 to 24 also showed no significant differences ($P > 0.05$). Treatments did not significantly affect carcass traits, jejunum villi width, or crypt depth ($P > 0.05$). However, villus height in treatment 3 was higher than in other treatments and significantly higher than control. Muscle layer thickness in treatment 2 was significantly greater than in other treatments and the control ($P < 0.05$). Blood biochemical parameters were not significantly different among treatments.

Conclusion: Overall, the treatment with 5% reduced crude protein, improved small intestine morphology. Reducing crude protein by up to 10% and alternating it with the control diet did not negatively affect growth, blood metabolites, or jejunum morphology. Since growth performance was unaffected, all treatments are viable options.

Keywords: Blood metabolites, Broiler, Low energy and protein diets, Performance

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، ص. ۱۹۲-۱۷۹

بررسی تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی و پروتئین بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و ریخت شناسی روده کوچک جوجه‌های گوشتی

الهه سویزی[1]، احمد حسن آبادی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه شده بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و ریخت‌شناسی روده کوچک جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه نر سویه تجاری راس ۳۰۸ از سن یک‌روزگی در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تیمار، پنج تکرار و ۱۲ قطعه جوجه یک‌روزه در هر تکرار در جایگاه‌های بستری قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد: جیره براساس توصیه سویه راس ۳۰۸؛ جیره‌های شماره ۲، ۳ و ۴: به‌ترتیب با پنج، ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش پروتئین خام و انرژی جیره؛ ۵- تغذیه جیره شاهد و شماره سه به‌صورت یک روز در میان؛ ۶- تغذیه جیره شاهد و جیره شماره چهار؛ به‌صورت یک روز در میان تا انتهای دوره رشد بودند. نسبت انرژی به پروتئین خام در تمام تیمارها یکسان بود. تیمارهای غذایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد، صفات لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی خون نداشتند. جیره‌هایی که پروتئین خام آن‌ها پنج و ۷/۵ درصد کاهش یافته بود و به‌صورت یک روز در میان به‌ترتیب با جیره‌های شاهد و ۱۰ درصد کاهش پروتئین تغذیه شدند، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع پرزهای ژژنوم در مقایسه با شاهد شدند ($P < 0.05$). جیره‌های با پنج، ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش در پروتئین خام باعث افزایش معنی‌دار ($P < 0.05$) ضخامت لایه ماهیچه‌ای ژژنوم در مقایسه با شاهد شدند. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های پنج، ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش در پروتئین خام به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. این نسبت در تیمار تغذیه یک روز در میان جیره شاهد با جیره ۷/۵ درصد کاهش پروتئین خام به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. به‌طور کلی، کاهش پروتئین خام جیره تا ۱۰ درصد مقدار توصیه شده و تغذیه یک روز در میان آن با جیره شاهد تأثیر منفی بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و شاخص‌های بافت‌شناسی ژژنوم نداشت.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، جیره‌های کم انرژی-پروتئین، عملکرد، متابولیت‌های خون

مقدمه

در صنعت پرورش طیور در حال توسعه امروزی، اقدامات مدیریتی و برنامه‌های تغذیه تجاری از جمله مسائلی هستند که مورد توجه متخصصان تغذیه طیور قرار دارند. با توجه به رقابتی بودن این صنعت، یافتن اقتصادی‌ترین روش تولید بسیار مهم است و پیشرفت‌های اندک در روش‌های تولید، با توجه به حجم زیاد پرورش طیور، می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل‌توجهی شود (Pope & Emmert, 2002). صنعت پرورش طیور به‌عنوان یک منبع تولید پروتئین از اهمیت بسیاری برخوردار است؛ امّا هزینه خوراک و دفع نیتروژن به‌عنوان یکی از منابع آلاینده محیط زیست، مسائل مهمی هستند که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Gholami *et al*., 2015; Fasina *et al*., 2010). راهکارهای مختلفی برای کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از کود دفعی طیور ارائه شده است. یکی از کاربردی‌ترین این روش‌ها، استفاده از جیره‌هایی با سطوح پروتئین کمتر است. تحقیقات نشان داده است که استفاده از جیره‌های کم پروتئین باعث صرفه‌جویی در هزینه و کاهش دفع نیتروژن می‌شود (Khajali & Wideman, 2010).

برآورد دقیق احتیاجات اسیدهای آمینه بسیار حیاتی است و عوامل متعددی، از جمله عوامل تغذیه‌ای (مانند تراکم انرژی قابل متابولیسم که از طریق تغییر در مصرف خوراک، سطح پروتئین و حضور بازدارنده‌های پروتئاز تحت تأثیر قرار می‌گیرد)، عوامل محیطی و عوامل فیزیولوژیکی، می‌توانند بر میزان نیاز طیور به اسید آمینه تأثیرگذار باشند. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که یک درصد کاهش پروتئین خام جیره منجر به هفت درصد کاهش در دفع

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: hassanabadi@um.ac.ir)
http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.88294.1199

نیتروژن می‌شود. همچنین، کاهش دو درصد پروتئین خام جیره می‌تواند منجر به ۲۰ درصد کاهش در دفع نیتروژن و آمونیاک شود (Bregendahl *et al*., 2002). این روش، علاوه‌بر کاهش رطوبت بستر باعث کاهش معنی‌دار نیتروژن در بستر می‌شود. عبور پروتئین هضم نشده از روده، به‌عنوان منبع مواد مغذی برای تکثیر جمعیت میکروبی منجر به کاهش عوامل پاتوژن می‌شود (Wilkie *et al*., 2005). جیره‌های جوجه‌های گوشتی با کمترین میزان پروتئین خام می‌توانند نیاز به کنجاله سویا را در صنعت پرورش طیور کاهش دهند (Selle *et al*., 2020). برگندال و همکاران (Bregendahl *et al*., 2002) گزارش نمودند که استفاده از اسیدهای آمینه غیر ضروری یا تری آمونیوم سیترات به‌عنوان منبع نیتروژن می‌تواند از کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی جلوگیری کند. بنابراین، در جیره‌های کم پروتئین که مکمل اسیدهای آمینه غیر ضروری به آن‌ها افزوده می‌شود، اثرات منفی کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی کاهش می‌یابد. در پژوهشی با بررسی تأثیر کاهش اولیه انرژی و پروتئین بر رشد و متابولیت‌های خون در سن هشت تا ۱۴ روزگی مشخص شد که کاهش پروتئین جیره منجر به کاهش عملکرد و بازده خوراک می‌شود. از روز ۱۴ تا ۴۲، پرندگانی که قبلاً با جیره کم پروتئین و سطح انرژی پایین‌تری تغذیه شده بودند، افزایش وزن یکسانی را نشان دادند. میزان نیتروژن اوره خون در پرندگانی که با جیره‌های کم پروتئین تغذیه شدند، کمتر بود، درحالی‌که کاهش انرژی منجر به کاهش غلظت گلوکز در پلاسما، چربی شکم و وزن روده شد (Yang *et al*., 2009). وجود پروتئین کافی در جیره، رشد و عملکرد تولیدی در طیور را تنظیم می‌کند و نقش مهمی در رشدونمو دستگاه گوارش آن‌ها دارد. تحقیقات نشان داده است که رشد و توسعه ریخت‌شناسی پرزهای مخاط روده به کمیت و کیفیت مواد مغذی هضم شده به‌ویژه پروتئین بستگی دارد (Laudadio *et al*., 2012). از طرف دیگر، وجود پروتئین زیاد در جیره باعث ایجاد مشکلات فیزیولوژیکی می‌شود (Leclercq, 1998).

تغذیه مرحله‌ای، متناوب و انتخابی از جمله شیوه‌های تغذیه‌ای هستند که هرکدام فواید خاص خود را دارند. این نوع جیره‌ها، علاوه‌بر کاهش هزینه خوراک، منجر به کاهش دفع نیتروژن به محیط و کاهش اختلالات متابولیکی مثل آسیت می‌شوند، و برای نگهداری پرندگان در موقعیت‌های تحت تنش گرمایی بسیار توصیه شده‌اند (Pope *et al*., 2004). استفاده از برنامه تغذیه‌ای مرحله‌ای یک نوع محدودیت کیفی خوراک محسوب می‌شود و پژوهشگران معتقدند که محدودیت خوراک باعث کاهش هزینه‌های نگهداری بدن شده که خود جنبه اقتصادی این‌گونه پژوهش‌ها را تأیید می‌کند. اگر جیره‌ای به‌مدت طولانی استفاده شود، پرنده ممکن است با کمبود یا ازدیاد مواد مغذی مواجه شود. برای پیشگیری از این مشکل، بایستی از جیره‌های متعدد در طول دوره رشد استفاده شود. گزارش شده است که بیشترین مزیت تغذیه چند مرحله‌ای، بهبود ضریب تبدیل خوراک و کاهش هزینه‌های مربوط به خوراک است (Pope & Emmert, 2002). پس از مصرف پروتئین، اسیدهای آمینه وارد جریان خون می‌شوند و می‌توانند حدود چهار ساعت در گردش خون باقی بمانند. به نظر می‌رسد که استفاده از ذخائر اسیدهای آمینه ناشی از تغذیه جیره پر پروتئین قبل از استفاده از جیره کم پروتئین، می‌توانند مزیتی داشته باشد (Leeson & Summers, 2001).

اخیراً نشان داده شده است که تغذیه متوالی می‌تواند در کاهش مرگ‌ومیر جوجه‌های گوشتی مؤثر باشد. محدودیت متناوب خوراک در جوجه‌های گوشتی جوان وضعیت هورمونی را تغییر داده و به وضعیت متابولیکی کمک می‌کند که می‌تواند توانایی ایمنی بدن را افزایش دهد (Sauvant *et al*., 2002). با توجه به مطالعات صورت گرفته، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی–پروتئین و توصیه شده بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و ریخت‌شناسی روده کوچک جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این تحقیق، ۳۶۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در سن یک‌روزگی با میانگین وزنی ۴۰ گرم توزین و در شش تیمار، پنج تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در تکرار در ۳۰ جایگاه بستری (پن) با ابعاد به ابعاد ۱۲۰× ۱۰۰× ۱۰۰ سانتی‌متر (به‌ترتیب، طول، عرض و ارتفاع) توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- شاهد: جیره براساس توصیه کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ سال ۲۰۱۷؛ ۲- جیره با پنج درصد کاهش پروتئین خام و انرژی؛ ۳- جیره با ۷/۵ درصد کاهش پروتئین خام و انرژی؛ ۴- جیره با ۱۰ درصد کاهش پروتئین خام و انرژی؛ ۵- جیره شاهد و شماره سه به‌صورت یک روز در میان؛ ۶- جیره شاهد و شماره چهار به‌صورت یک روز در میان تا انتهای دوره رشد (۲۴ روزگی) بودند. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار UFFDA تنظیم شدند. نسبت انرژی به پروتئین خام در تمام تیمارها یکسان بود. ترکیب و مواد مغذی جیره‌های یک تا ۱۰ روزگی و ۱۱ تا ۲۴ روزگی به‌ترتیب در جداول شماره ۱ و ۲ گزارش شده است.

در تمام مدت آزمایش، جوجه‌ها به‌طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. در واحدهای آزمایشی که دو نوع جیره را به‌صورت یک روز در میان دریافت می‌کردند، دو عدد دانخوری با جیره‌های مربوطه در نظر گرفته شد و در پایان ۲۴ ساعت، با دانخوری دیگر تعویض می‌شد. برنامه نوردهی یک ساعت تاریکی و ۲۳ ساعت روشنایی در مدت پرورش برای جوجه‌ها فراهم شد. دمای اولیه سالن ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود که براساس راهنمای شرکت راس به‌ازای هر روز ۰/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت تا در سن ۲۱ روزگی به ۲۱

درجه سانتی‌گراد رسید و از آن پس ثابت ماند.

مقدار خوراک مصرفی در دوره‌های ۱۰-۱ و ۲۴-۱۱ روزگی در هر تکرار اندازه‌گیری شد. به این صورت که دان باقی‌مانده در هر دانخوری از مقدار دان ریخته شده در طول دوره برای آن قفس کسر و مقدار خوراک مصرفی دوره محاسبه شد. با توجه به اینکه در برخی تکرارها در طول دوره تلفات وجود داشت، محاسبه دقیق خوراک مصرفی براساس روز جوجه در هر قفس از جمع تعداد روزهای زنده‌مانی جوجه‌های تلف شده و تعداد روزهای دوره ضرب در تعداد مرغ زنده در پایان دوره، انجام شد. در نهایت، مقدار خوراک مصرفی از تقسیم تفاضل اعداد میزان خوراک عرضه شده در طول دوره (گرم) و میزان خوراک باقی‌مانده در پایان دوره (گرم) و سپس تقسیم بر روز مرغ محاسبه شد. میانگین افزایش وزن جوجه‌ها برحسب گرم به‌ازای هر پرنده در روز و ضریب تبدیل خوراک برای هر گروه از جوجه‌ها در انتهای هر دوره محاسبه شد.

در سن ۲۴ روزگی، یک قطعه جوجه از هر تکرار با وزن مشابه با میانگین گروه مربوطه انتخاب شد، از محل مفصل مهره اول و دوم گردن ذبح شد و تفکیک لاشه به عمل آمد. پس از تفکیک لاشه، وزن نسبی اندام‌ها و لاشه قابل مصرف نسبت به وزن زنده جوجه اندازه‌گیری شد.

در سن ۲۴ روزگی، یک قطعه پرنده از هر تکرار به‌منظور تهیه مقطع روده‌ای کشتار و نمونه ۱/۵ سانتی‌متری از نقطه میانی ژژنوم جدا گردید و بافت‌شناسی روی آن انجام شد. نمونه‌های بافت ژژنوم برای بررسی‌های ریخت‌شناسی در فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. نمونه‌ها آبگیری و پاکسازی شده در پارافین قرار داده شدند. مقاطع متناوب (پنج میکرون) از هر نمونه بریده شد و روی اسلایدهای شیشه‌ای نصب گردید و با اسید پریودیک شیف (PAS) و با استفاده از روش رنگ‌آمیزی آلسین بلو (ALB) رنگ‌آمیزی شد. سلول‌های گابلت تولیدکننده موسین خنثی به‌وسیله رنگ‌آمیزی با معرف PAS تشخیص داده شدند. همچنین سلول‌های گابلت تولیدکننده موسین اسیدی توسط رنگ‌آمیزی با معرف ALB تشخیص داده شدند.

پرزها و سلول‌های گابلت به‌روش ارائه شده توسط فاسینا و همکاران (Fasina *et al*., 2010) با استفاده از میکروسکوپ نوری عکس‌برداری شدند. پارامترهای ریخت‌شناسی پرزهای ژژنوم در بزرگنمایی ۴۰ × و اندازه‌گیری‌های سلول‌های گابلت در بزرگ نمایی ۴۰۰ × انجام گرفت. پارامترهای ریخت‌شناسی ثبت شده شامل ارتفاع پرز (از نوک تا قاعده هر پرز)، عرض نقطه میانی پرز، مساحت پرز (محاسبه شده با ضرب ارتفاع پرز در عرض نقطه میانی)، عمق کریپت (از پایه تا دهانه آن) و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت (محاسبه شده با تقسیم ارتفاع پرز به عمق کریپت)، تراکم سلول‌های گابلت به‌عنوان تعداد سلول‌های گابلت در هر واحد از ارتفاع پرز و انواع آن‌ها مطابق با روش کار فاسینا و همکاران (Fasina *et al*., 2010) بود. همچنین ضخامت لایه ماهیچه‌ای و سروزی و موکوزی اندازه‌گیری شد.

در سن ۲۴ روزگی از هر واحد آزمایشی یک قطعه جوجه‌گوشتی به‌صورت تصادفی انتخاب شده و از ورید بال آن‌ها خون‌گیری به عمل آمد و خون حاصله به لوله‌های آزمایش انتقال داده شد. نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند، سپس سانتریفوژ گردید (2516 g؛ پانزده دقیقه؛ ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و سرم از خون جدا شد. نمونه‌های سرم در میکروتیوب دو میلی‌لیتری ریخته و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز توسط دستگاه اتوآنالایزر (Bio Systems S. A. – Costa Brava 30,08030 Barcelona, Spain) در یخچال نگهداری شدند. محتویات سرم از نظر کلسترول، تری گلیسرید، LDL-C، HDL-C و اسید اوریک خون توسط دستگاه اتوآنالایزر اندازه‌گیری شد (Yang *et al*., 2009).

مدل آماری

داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش با استفاده از روش مدل‌های خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار آماری (SAS, 2014)، نسخه ۹/۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (معادله ۱) و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

معادله (۱): مدل آماری طرح $Y_{ijK}= \mu + T_i + rep_j (T)_i + e_{ijk}$

که در آن، Y_{ijK}: متغیر وابسته، μ: میانگین کل، T_i: اثر تیمار، rep_j: اثر تکرار درون هر تیمار و e_{ijk}: خطای اندازه‌گیری هستند.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

نتایج مربوط به وزن بدن جوجه‌های گوشتی، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک از سن یک تا ۲۴ روزگی در جداول ۳، ۴ و ۵ گزارش شده است. تیمارهای آزمایشی در هیچ یک از این دوره‌ها (سنین ۱ تا ۱۰، ۱۱ تا ۲۴ و ۱ تا ۲۴ روزگی) اثر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکرد رشد جوجه‌ها نداشتند ($P>0.05$).

ثابت شده است که مقدار انرژی و پروتئین در جیره‌ها نقش مهمی در عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد (Aftab *et al*., 2006). در پژوهشی مشخص شد که کاهش محتوای مواد مغذی جیره از سن هشت تا ۱۴ روزگی باعث کاهش نرخ رشد شد.

جدول ۱- ترکیب و مواد مغذی جیره‌های آزمایش در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)

Table 1- Ingredients and nutrient composition of experimental diets in the starter phase (1 to 10 d)

اقلام جیره (٪) Ingredients (%)	شاهد Control	۵ درصد کاهش پروتئین 5% protein reduction	۷/۵ درصد کاهش پروتئین 7.5% protein reduction	۱۰ درصد کاهش پروتئین 10% protein reduction
ذرت Corn	49.72	57.91	58.07	56.50
کنجاله سویا (۴۴٪) Soybean meal (CP, 44%)	41.39	36.79	35.26	34.10
روغن سویا Soy oil	4.30	0.57	–	–
سنگ آهک Limestone	1.31	1.03	1.29	1.28
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.54	1.57	1.59	1.63
نمک طعام Common salt	0.30	0.30	0.30	0.30
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10	0.10
مکمل معدنی و ویتامینه Mineral-vitamin premix[1]	0.5	0.50	0.5	0.5
ال- لیزین هیدروکلرید L-lysine hydrochloride	0.29	0.42	0.48	0.52
دی ال- متیونین DL-methionine	0.40	0.44	0.46	0.48
ال-ترئونین L-threonine	0.05	0.10	0.13	0.15
ماسه Sand	0.10	0.27	1.82	4.44
مواد مغذی محاسبه شده (٪) Calculated nutrients (%)				
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)	3000	2850	2775	2700
پروتئین خام Crude protein	23.0	21.85	21.27	20.70
کلسیم Calcium	0.96	0.96	0.96	0.96
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.48	0.48	0.48	0.48
سدیم Sodium	0.16	0.16	0.16	0.16
متیونین Methionine	0.75	0.77	0.78	0.79
متیونین+ سیستین Methionine + cystine	1.08	1.08	1.08	1.08
لیزین Lysine	1.44	1.44	1.44	1.44
ترئونین Threonine	0.97	0.97	0.97	0.97

[1] مکمل ویتامینه و مواد معدنی به‌ازای هر کیلوگرم جیره مواد مغذی زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک، هشت میلی گرم؛کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم؛ بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

[1] The vitamin and mineral supplement provided the followings per kilogram of diet: vitamin A, 8800 international units; calciferol bag, 2500 international units; vitamin E, 11 international units; vitamin K3, 2.2 mg; vitamin B12, 0.01 mg; thiamine, 1.5 mg; riboflavin; 4 milligrams; niacin, 35 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine, 2.5 mg; pantothenic acid, 8 mg; choline chloride, 50 mg; betaine, 190 mg; zinc, 65 mg; manganese, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodine, 0.9 mg; copper, 6 mg; iron, 75 mg.

جدول ۲- ترکیب و مواد مغذی جیره‌های دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)

Table 2- Ingredients and nutrient composition of experimental diets in the grower phase (11 to 24 d)

اقلام جیره (٪) Ingredients (%)	شاهد Control	۵ درصد کاهش پروتئین 5% protein reduction	۷/۵ درصد کاهش پروتئین 7.5% protein reduction	۱۰ درصد کاهش پروتئین 10% protein reduction
ذرت Corn	33.87	37.23	30.62	24.29
کنجاله سویا (۴۴٪) Soybean meal (CP, 44%)	40.33	36.65	35.94	35.23
گندم Wheat	15.0	18.49	26.64	34.78
روغن سویا Soy oil	7.0	3.67	2.78	1.78
سنگ آهک Limestone	1.26	1.27	1.29	1.32
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.26	1.26	1.24	1.20
نمک طعام Common salt	0.29	0.29	0.29	0.28
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10	0.10
مکمل معدنی و ویتامینه[۱] Mineral-vitamin premix[1]	0.5	0.5	0.5	0.5
ال- لیزین هیدروکلرید L-lysine hydrochloride	0.08	0.18	0.17	0.16
دی ال- متیونین DL-methionine	0.31	0.34	0.33	0.33
ال- ترئونین L-threonine	-	0.02	0.10	0.03
مواد مغذی محاسبه شده (٪) Calculated nutrients (%)				
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)	3100	2945	2868	2790
پروتئین خام Crude protein	21.5	20.43	19.89	19.35
کلسیم Calcium	0.87	0.87	0.87	0.87
فسفر قابل دسترس Available phosphorus	0.435	0.435	0.435	0.435
سدیم Sodium	0.16	0.16	0.16	0.16
متیونین Methionine	0.65	0.66	0.66	0.65
متیونین+ سیستین Methionine + cystine	0.99	0.99	0.99	0.99
لیزین Lysine	1.29	1.29	1.29	1.29
ترئونین Threonine	0.89	0.88	0.88	0.88

[۱] مکمل ویتامینه و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۸۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید پنتوتنیک، هشت میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، شش میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم

[1] Supplied per kg of diet: vitamin A as acetate, 8800 IU; cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl-α tocopherol) 80 IU, vitamin K_3, 2.2 mg; Vitamin B12, 0.01 mg, thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35 mg, folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine 2.5 mg; pantothenate, 8 mg; choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; magnesium, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg

بااین‌حال، رشد پرندگانی که قبلاً با جیره کم پروتئین بـه تعویـق افتاده بود را می‌توان با تغذیه مجدد با جیره غنـی از پـروتئین جبـران کرد. این ممکن است بـه‌دلیل درجـه نسـبتاً کمتـری از کـاهش مـواد مغـذی در طـول دوره آغـازین پرنـدگان باشـد. از ۱۵ تـا ۴۲ روزگـی پرندگان تغذیه شده با جیره کم پروتئین نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره معمولی افـزایش وزن بیشـتری داشـتند، امّـا از نظـر خـوراک مصرفی اختلاف معنی‌داری بـین تیمارهـا مشـاهده نشـد. امّـا میـزان خوراک جذب شده در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در هر دو گروه، بهبود ضریب تبدیل خوراک و به‌طور کلی، بهبود عملکرد مشاهده شد (Yang *et al*., 2009). نتایج برخی از مطالعات نیز نشان داده است که با تغذیه جیره‌های کم پروتئین، افزایش وزن و رانـدمان غذایی جوجه‌های گوشتی کـاهش یافتـه اسـت (Nukreaw *et al*., 2011). همچنین پژوهشی به‌منظور بررسی تأثیر سطح انرژی (۲۹۰۰، ۳۰۰۰، ۳۱۰۰ و ۳۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) و سطح پـروتئین خـام جیره (۱۷، ۲۰، ۲۳ و ۲۶ درصد) بر عملکرد رشد جوجـه‌های گوشـتی انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش انرژی و پروتئین جام جیره در هر دوره پرورش و در کل دوره آزمایش، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بهبود یافتند. در عین حال، میزان خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر سطح پروتئین جیره قرار نگرفت (Golian *et al*., 2010). در نتیجه مشـخص شـد کـه تغذیـه جوجـه‌های گوشـتی بـا جیره‌های کم پروتئین بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تأثیر منفـی می‌گذارد. بااین‌حال، کاهش پروتئین خام جیره باعث بهبـود زنـده‌مانی جوجه‌های گوشتی شد (Awad *et al*., 2014).

وزن اجزای لاشه

نتایج حاصـل از تجزیـه لاشـه جوجـه‌های گوشـتی در سـن ۲۴ روزگی در جدول ۶ گزارش شده است. به‌طور کلی، تغذیه جوجـه‌های گوشتی با جیره‌های مختلف تأثیر معنـی‌داری بـر صـفات لاشـه (وزن نسبی اندام‌هایی مثل سینه، ران‌ها، پشت، بال‌ها، قلـب، کبـد و لاشـه قابل مصرف) نداشت (P >۰/۰۵).

جدول ۳- تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه شده بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰-۱ روزگی

Table 3- The effect of daily switching of low energy and protein and standard diets on the growth performance of broiler chicks during 1-10 d

تیمارها Treatments	وزن بدن ۱۰ روزگی (گرم/پرنده) 10-day body weight (g/bird)	افزایش وزن روزانه (گرم/پرنده/روز) Weight gain (g/bird/d)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/d)	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio
شاهد Control	148.5	11.9	15.9	1.34
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	162.7	13.6	15.8	1.16
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	149.2	12.1	17.4	1.44
۱۰٪ کاهش CP 10% reduced CP	163.5	13.7	17.5	1.28
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	158.2	13.2	16.5	1.25
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily alternate feeding of control and 10% CP reduction diets	155.8	12.7	15.7	1.24
خطای معیار میانگین‌ها SEM	7.90	1.77	1.10	0.83
احتمال معنی‌داری P-value	0.61	0.53	0.38	0.42

جدول ٤- تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه شده بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴-۱۱ روزگی

Table 4- The effect of daily switching of low energy and protein and standard diets on the growth performance of broiler chicks during 11-24 d

تیمارها Treatments	وزن بدن ۲۴ روزگی (گرم/پرنده) 24-d body weight (g/bird)	افزایش وزن روزانه (گرم/پرنده/روز) Weight gain (g/bird/d)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/d)	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio
شاهد Control	635.1	31.9	52.7	1.65
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	696.9	35.3	51.8	1.47
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	642.8	32.4	58.1	1.79
۱۰٪ کاهش CP 10% reduced CP	680.9	34.1	51.4	1.51
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵ ٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	657.4	32.8	52.8	1.61
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 10% reduced CP	669.0	33.8	52.0	1.54
خطای معیار میانگین‌ها SEM	45.7	2.10	4.96	0.11
احتمال معنی‌داری P-value	0.90	0.90	0.15	0.29

جدول ۵- تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه شده بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴-۱ روزگی

Table 5- The effect of daily switching of low energy and protein and standard diets on the growth performance of broiler chicks during 1-24 d

تیمارها Treatments	افزایش وزن روزانه (گرم/پرنده/روز) Weight gain (g/bird/d)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/d)	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio
شاهد Control	23.57	37.37	1.59
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	26.26	36.80	1.40
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	23.94	41.14	1.72
۱۰٪ کاهش CP 10% reduced CP	25.60	37.28	1.46
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	24.63	37.68	1.53
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 10% reduced CP	25.01	36.88	1.47
خطای معیار میانگین‌ها SEM	1.85	4.88	0.15
احتمال معنی‌داری P-value	0.900	0.850	0.193

در پژوهشی تأثیر جیره کم پروتئین بر جوجه‌های گوشتی بررسی شد. دو سطح پروتئین در جیره‌ها شامل ۱۹/۳ درصد در مقابل ۱۸/۸

درصد بود. با توجه به نتایج، فراسنجه‌های مورد مطالعه لاشه از جمله قلب، سنگدان، سینه، ران و درصد چربی شکمی، تحت تأثیر سطح پروتئین جیره قرار نگرفتند. در عین حال، با کاهش پروتئین جیره، درصد کبد جوجه‌های گوشتی افزایش یافت (Rehman et al., 2017). در مطالعات دیگر نیز جوجه‌های گوشتی که از مقدار کم پروتئین تغذیه می‌کردند، وزن کبد بیشتری نسبت به جیره‌های با سطح بالا داشتند (Golian et al., 2010). تفاوتی در عملکرد لاشه، عملکرد گوشت سینه و چربی شکمی در جوجه‌های گوشتی با جیره‌های کم پروتئین گزارش نشده است (Rada et al., 2013) که موافق با نتایج گزارش شده در این تحقیق بود. بااین‌حال، در برخی مطالعات، تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌هایی با غلظت کمتری از پروتئین خام و انرژی قابل سوخت‌وساز بر عملکرد و کیفیت لاشه تأثیر گذاشت (Dozier & Moran, 2002). ممکن است اختلاف نتایج این مطالعات با نتایج ما به‌دلیل تفاوت در تیمارها، روش انجام آزمایش و یا تأثیر انرژی و پروتئین به‌طور همزمان باشد. همچنین در برخی مطالعات، کاهش قابل توجهی در خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی مشاهده شد (Zarate et al., 2003). با توجه به نتایج حاصل از مطالعه‌ای که تأثیر سه سطح مختلف پروتئین (۱۰ درصد پایین‌تر، مطابق و ۱۰ درصد بالاتر از سطح توصیه شده سویه تجاری راس ۳۰۸) بر وزن اجزاء لاشه و ترکیب آن در جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفته شد، مشخص شد که سطوح مختلف پروتئین تأثیر معنی‌داری بر وزن ران، سینه و کبد ندارد، امّا به‌طور معنی‌داری چربی حفره شکمی را تحت تأثیر قرار داد. سطح پروتئین ۱۰ درصد بالاتر از پیشنهاد انجمن ملی تحقیقات (۱۹۹۴) در جیره پایانی، موجب بهبود عملکرد تولیدی و بازده اقتصادی جوجه‌های گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ می‌شود (Zamani et al., 2012).

جدول ٦– تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه شده بر اجزاء لاشه (درصد وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 6- The effect of daily switching of low energy and protein and standard diets on the carcass parts (% of live weight) of broiler chicks at d 24

تیمارها Treatments	سینه Breast	ران‌ها Thighs	پشت Back	بال‌ها Wings	قلب Heart	کبد Liver	لاشه[1] Carcass[1]
شاهد Control	23.48	18.04	15.14	9.85	0.688	2.94	66.51
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	29.11	15.26	13.66	8.80	0.548	2.70	65.85
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	23.41	17.00	15.06	10.38	0.573	3.39	65.83
۱۰٪ کاهش CP 10% reduced CP	24.51	16.76	15.44	8.23	0.653	2.87	64.95
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	20.98	15.73	13.93	8.69	0.603	2.855	59.37
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 10% reduced CP	21.32	16.42	15.49	9.06	0.643	3.17	62.28
خطای معیار میانگین‌ها SEM	0.453	0.275	0.756	0.402	0.550	0.385	0.145
احتمال معنی‌داری P-value	1.25	0.85	1.08	0.77	0.05	0.08	0.37

[1] لاشه بدون پر و پوست

[1]carcasses without feathers and skin

ریخت‌شناسی روده

نتایج حاصل از تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی – پروتئین و توصیه‌شده بر ریخت‌شناسی ژژنوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی در جدول ۷ گزارش شده است. با توجه به نتایج آزمایش حاضر، جیره‌های با پنج و ۷/۵ درصد کاهش در پروتئین خام و تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰ درصد کاهش پروتئین خام باعث افزایش معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) ارتفاع پرزهای ژژنوم در مقایسه با شاهد شدند، امّا تغذیه جیره با ۱۰ درصد کاهش پروتئین خام و تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵ درصد کاهش پروتئین خام، تفاوت معنی‌داری با شاهد از نظر ارتفاع پرزها نداشتند. از نظر ضخامت لایه ماهیچه‌ای ناحیه ژژنوم روده کوچک، جیره‌های با پنج، ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش در پروتئین خام باعث افزایش معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) ضخامت لایه ماهیچه‌ای در مقایسه با شاهد شدند. امّا تغذیه یک روز در میان جیره شاهد با جیره‌های ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش پروتئین خام، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های پنج، ۷/۵ و ۱۰ درصد کاهش در پروتئین خام به‌طور

معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. این نسبت در تیمار تغذیـه یـک روز در میان جیره شاهد با جیـره ۷/۵ درصـد کـاهش پـروتئین خـام بـه‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود و در تیمار تغذیه یک روز در میان جیـره شاهد با جیره ۱۰ کاهش پروتئین خام تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. تیمارها اثر معنی‌داری بر عرض پـرز و عمـق کریپـت ژژنـوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی نداشتند.

در این آزمایش، کمترین نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت مربوط به تیماری است که جوجه‌ها به‌صورت یک روز در میان بـا جیره‌هـای شاهد و جیره‌ای که پروتئین خام آن ۷/۵ درصـد کـاهش یافتـه بـود، تغذیه شدند. احتمالاً تغییر جیره به‌طور پیوسته باعث القـایء تـنش در پرنده شده و این شاخص کاهش یافته است. در مطالعـه‌ای کـه تـأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر ریخت‌شناسی روده مورد بررسـی قرار گرفت، مشخص شد کـه کـاهش غلظـت پـروتئین جیـره باعـث کاهش قابل توجهی در ارتفاع پرز می‌شود که بـا نتـایج ایـن آزمـایش مطابقت ندارد. همچنین، برخلاف آزمایش حاضر، نسبت ارتفاع پرز بـه عمق کریپـت تحـت تـأثیر تیمارهـا قـرار نگرفـت (Abbasi *et al.*, 2014). از طرف دیگر، بیشترین مصرف کنجاله سویا در شـاهد بـود و کمترین ارتفاع پرزهای روده نیز در همین تیمار مشاهده شـد. ممکـن است کاهش ارتفاع پرز به‌دلیل فـرآوری ناکـافی و کیفیـت نـامطلوب کنجاله سویای مصرفی باشد که با کـاهش سـطح پـروتئین در جیـره، ارتفاع پرز نیز افزایش یافت.

جدول ۷– تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه‌شده بر ریخت‌شناسی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 7- The effect of daily switching of low energy and protein and standard diets on jejunum morphology of broiler chicks at d 24

تیمارها Treatments	ارتفاع پرز Villus height (μm)	عرض پرز Villus width (μm)	عمق کریپت Crypt depth (μm)	ضخامت لایه ماهیچه‌ای Muscle layer thickness (μm)	نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت Crypt depth to villus height ratio
شاهد Control	1003.7 [c]	475.5	258.5	370.2 [b]	3.56 [b]
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	1196.7 [a]	399.5	287.2	458.0 [a]	4.26 [a]
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	1255.7 [a]	485.5	277.2	445.5 [a]	4.26 [a]
۱۰ ٪ کاهش CP 10% reduced CP	1132.5 [abc]	423.5	266	453.7 [a]	4.26 [a]
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	1036.7 [bc]	421.2	293.5	405.7 [ab]	3.27 [c]
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 10% reduced CP	1160.5 [ab]	398.7	301.5	395.0 [ab]	3.86 [ab]
خطای معیار میانگین‌ها SEM	0.003	0.267	0.281	0.022	0.025
احتمال معنی‌داری P-value	3.42	2.88	3.45	0.29	0.58

[a-c] میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

[a-c] Means with different letters within a column are significantly different ($P < 0.05$).

شاخص‌های بیوشیمیایی خون

نتایج به‌دست آمده از تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه‌شده بر متابولیت‌های سرم خون جوجـه‌های گوشـتی در سـن ۲۴ روزگی در جدول ۸ گزارش شده است. با توجه به نتـایج، تیمارهـا

تأثیر معنی‌داری بر این متابولیت‌ها نداشتند (P <۰/۰۵). در مطالعه‌ای، کاهش انرژی یا پروتئین جیره تـأثیری بـر غلظـت تری‌گلیسرید پلاسما نداشت (Yang *et al*., 2009) که ایـن یافتـه‌ها برخلاف مشاهدات رزبرو و همکـاران (Rosebrough *et al*., 1999) بود. در مطالعه‌ای دیگر نیز که تأثیر سطوح مختلف انـرژی و پـروتئین بر غلظت لیپیدهای سرم خون جوجه‌های گوشتی مـورد بررسـی قـرار گرفتند کـه غلظـت تری‌گلیسـرید، کلسـترول، HDL-C و LDL-C سرم خون معنی‌دار نبود، البته مقدار آن‌ها با افـزایش سـطح انـرژی و پـروتئین جیـره کـاهش یافـت. غلظـت VLDL سـرم خـون بـه‌طور معنی‌داری تحت تأثیر انـرژی جیـره قـرار گرفـت (Zamani *et al*., 2012).

جدول ۸- تأثیر تغذیه متناوب جیره‌های کم انرژی-پروتئین و توصیه‌شده بر متابولیت‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 8- The effect of daily alternate feeding of low energy and protein and standard diets on blood serum metabolites in broiler chicks on 24 d

تیمارها Treatments	اوره (میلی‌گرم/دسی لیتر) Urea (mg/dl)	کلسترول کل (میلی‌گرم/دسی لیتر) Total cholesterol (mg/dl)	لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (میلی‌گرم/دسی لیتر) LDL-C (mg/dl)	لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (میلی‌گرم/دسی لیتر) HDL-C (mg/dl)
شاهد Control	5.84	167.2	71.17	68.11
۵٪ کاهش CP 5% reduced CP	5.28	179.3	80.12	68.33
۷/۵٪ کاهش CP 7.5% reduced CP	4.38	153.2	74.33	59.05
۱۰٪ کاهش CP 10% reduced CP	5.11	160.2	73.31	65.66
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۷/۵٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 7.5% reduced CP	4.45	173. 3	77.33	72.83
تغذیه یک روز در میان جیره‌های شاهد و ۱۰٪ کاهش CP Daily switching of control diet and 10% reduced CP	4.86	167.2	79.83	64.66
خطای معیار میانگین‌ها SEM	0.466	0.539	0.902	0.287
احتمال معنی‌داری P-value	0.38	10.21	0.17	3.89

نتیجه‌گیری کلی

تغییر روزانه مقدار انرژی و پروتئین خام جیره جوجه‌های گوشـتی در مراحل مختلف پرورش یک راهکار تغذیه‌ای نسـبتاً جدیـد اسـت و تحقیقات بیشتری برای درک اثرات آن بر عملکرد جوجه‌های گوشـتی و تهیه راهکارهای اجرایی برای آن مورد نیاز اسـت. بـه‌طور کلـی، در این آزمایش، تیمار با پنج درصد کاهش پـروتئین خـام ریخت‌شناسـی روده کوچک را بهبود بخشید. کـاهش پـروتئین خـام تـا ۱۰ درصـد و جایگزینی آن با جیره شاهد تأثیر منفی بر عملکرد رشد، متابولیت‌های خون و مورفولوژی ژژنوم نداشت. ازآن‌جایی‌کـه عملکـرد رشـد تحـت تأثیر قرار نگرفت، هر یک از تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش را می‌توان برای تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار داد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی و پرسنل محترم ایستگاه تحقیقات دام و طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌ترتیب به پاس تأمین اعتبار پژوهشی و همکاری صمیمانه برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Abbasi, M. A., Mahdavi, A. H., Samie, A. H., & Jahanian, R. (2014). Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *16*, 35-44. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2014000100005
2. Aftab, U., Ashraf, M., & Jiang, Z. (2006). Low protein diets for broilers. *World's Poultry Science Journal*, *62*(4), 688-701. https://doi.org/10.1017/S0043933906001218
3. Awad, E. A., Fadlullah, M., Zulkifli, I., Farjam, A. S., & Chwen, L. T. (2014). Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate: Ideal essential amino acids profile. *Italian Journal of Animal Science*, *13*(2), 3166. https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3166
4. Bregendahl, K., Sell, J. L., & Zimmerman, D. R. (2002). Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poultry Science*, *81*(8), 1156-1167. https://doi.org/10.1093/ps/81.8.1156
5. Dozier III, W. A., & Moran Jr, E. T. (2002). Dimensions and light reflectance of broiler breast fillets: Influence of strain, sex, and feeding regimen. *Journal of Applied Poultry research*, *11*(2), 202-208. https://doi.org/10.1093/japr/11.2.202
6. Fasina, Y. O., Hoerr, F. J., McKee, S. R., & Conner, D. E. (2010). Influence of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium infection on intestinal goblet cells and villous morphology in broiler chicks. *Avian Diseases*, *54*(2), 841-847. https://doi.org/10.1637/9055-090809-Reg.1
7. Gholami, M., Hassanabadi, A., Nasiri Moghadam, H., & Golian, A. (2015). Effects of different levels of digestible arginine and protein in starter diets containing ideal amino acids ratio on performance, carcass traits and serum parameters in broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *7*(2), 139-152. (In Persian)
8. Golian, A., Azghadi, A., & Pilevar, M. (2010). Influence of various levels of energy and protein on performance and humoral immune responses in broiler chicks. *Global Veterinaria*, *4*(5), 434-440.
9. Khajali, F., & Wideman, R. F. (2010). Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. *World's Poultry Science Journal*, *66*(4), 751-766. https://doi.org/10.1017/S0043933910000711
10. Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R. U., & Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*, *91*(1), 265-270. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01675
11. Leclercq, B. E. R. N. A. R. D. (1998). Lysine: specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. *Poultry science*, *77*(1), 118-123.
12. Leeson, S., & Summers, J. D. (2001). Nutrition of the chicken. 4th rev. ed. Nottingham University Press.
13. Nukreaw, R., Bunchasak, C., Markvichitr, K., Choothesa, A., Prasanpanich, S., & Loongyai, W. (2011). Effects of methionine supplementation in low-protein diets and subsequent re-feeding on growth performance, liver and serum lipid profile, body composition and carcass quality of broiler chickens at 42 days of age. *The Journal of Poultry Science*, *48*(4), 229-238. https://doi.org/10.2141/jpsa.010064
14. Pope, T., & Emmert, J. L. (2002). Impact of phase-feeding on the growth performance of broilers subjected to high environmental temperatures. *Poultry Science*, *81*(4), 504-511. https://doi.org/10.1093/ps/81.4.504
15. Pope, T., Loupe, L. N., Pillai, P. B., & Emmert, J. L. (2004). Growth performance and nitrogen excretion of broilers using a phase-feeding approach from twenty-one to sixty-three days of age. *Poultry science*, *83*(4), 676-682. https://doi.org/10.1093/ps/83.4.676
16. Rada, V., Foltyn, M., Lichovníková, M., & Musilová, A. (2013). Effects of protease supplementation of low protein broiler diets on growth parameters and carcass characteristic. *Mendelnet*, *2013*, 268-272.
17. Rehman, Z. U., Kamran, J., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Bhatti, S. A., Ahmad, G., Saleem, A., Ullah, Z., Yameen, R. M. K., & Ding, C. (2017). Influence of low-protein and low-amino acid diets with different sources of protease on performance, carcasses and nitrogen retention of broiler chickens. *Animal Production Science*, *58*(9), 1625-1631. https://doi.org/10.1071/AN16687
18. Rosebrough, R. W., McMurtry, J. P., & Vasilatos-Younken, R. (1999). Dietary protein effects on the broiler's adaptation to triiodothyronine. *Growth, Development, and Aging: GDA*, *63*(3), 85-98.
19. SAS. 2014. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.4 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
20. Sauvant, D., Perez, J. M., & Tran, G. (2002). Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovines, ovins, caprins, lapins, chevaux, poisons. *INRA Editions*, *Versailles*.
21. Selle, P. H., Dorigam, J. C. D. P., Lemme, A., Chrystal, P. V., & Liu, S. Y. (2020). Synthetic and crystalline amino acids: Alternatives to soybean meal in chicken-meat production. *Animals*, *10*(4), 729. https://doi.org/10.3390/ani10040729
22. Wilkie, D. C., Van Kessel, A. G., White, L. J., Laarveld, B., & Drew, M. D. (2005). Dietary amino acids affect intestinal *Clostridium perfringens* populations in broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science*, *85*(2), 185-193. https://doi.org/10.4141/A04-070

23. Yang, Y. X., Guo, J., Yoon, S. Y., Jin, Z., Choi, J. Y., Piao, X. S., Kim, B. W., Ohh, S. J., Wang, M. H., & Chae, B. J. (2009). Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. *British Poultry Science*, *50*(2), 218-227. https://doi.org/10.1080/00071660902736706
24. Zamani, M., Rezaei, M., Teimouri Yansari, A., Sayyahzadeh, H., & Niknafs, F. (2012). The effect of different levels of energy and protein of the final ration on performance, carcass characteristics and blood serum lipids concentration of broiler chickens. *Research on Animal Production*, 32, 86-692. (In Persian)
25. Zarate, A. J., Moran Jr, E. T., & Burnham, D. J. (2003). Reducing crude protein and increasing limiting essential amino acid levels with summer-reared, slow-and fast-feathering broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, *12*(2), 160-168. https://doi.org/10.1093/japr/12.2.160